



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 196 46 189 C 2

⑮ Int. Cl. 6:
B 23 F 9/00
B 23 F 23/00

⑯ Aktenzeichen: 196 46 189.8-14
⑯ Anmeldetag: 8. 11. 96
⑯ Offenlegungstag: 14. 5. 98
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 26. 8. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:

Klingelnberg Söhne GmbH, 42499 Hückeswagen,
DE

⑧ Vertreter:

Ackmann, Menges & Demski Patentanwälte, 80469
München

⑨ Erfinder:

Käslor, Norbert, 42111 Wuppertal, DE; Krause,
Dieter, 42929 Wermelskirchen, DE; Lamsfuß,
Harald, 51688 Wipperfürth, DE; Ozdyk, Klaus, 58509
Lüdenscheid, DE; Wiener, Dieter, Dr.-Ing., 76275
Ettlingen, DE

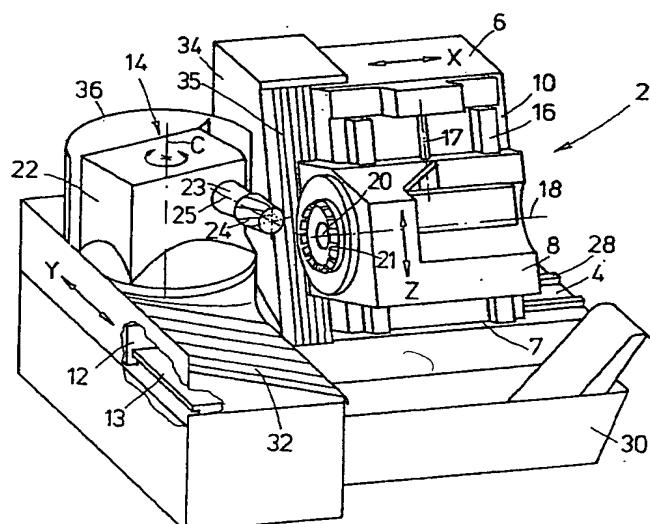
⑩ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 39 21 649 C2
DE 34 04 838 A1
DE 24 27 148 A1
DD 2 55 296 A1
WO 89 01 838 A1
SU 7 24 287

Beitz, W., Küttner, K.-H.: DUBBEL-Taschenbuch für den Maschinenbau, 18. Aufl., Berlin: Springer Verlag, 1995, S. T21 bis T23 (Abschnitt 1.3.1);
Stadtfeld, H.J.: Kegelräder freiform-verzahnen, in: Werkstatt und Betrieb, 1995, 128, Heft 3, S. 149-152;

⑪ Maschine zum Herstellen von bogenverzahnten Kegelrädern

⑫ Maschine zum Herstellen von bogenverzahnten Kegelrädern, insbesondere CNC-Maschine, mit einem ersten Schlitten (8), der eine Werkzeugspindel (20) trägt und der in der Höhe verfahrbar ist und dessen Führung (16) an einer Seitenfläche (10) eines in einer geraden Koordinatenachse (X) auf einem Maschinengehäuse (6) horizontal geführten Maschinengehäuses (6) angebracht ist, wobei die Werkzeugspindelachse (18) zu der Seitenfläche (10) parallel ist, und mit einem Werkstückspindelträger (14), der einen zweiten Schlitten (12) und eine Schwenkvorrichtung (22) mit vertikaler Achse (C) aufweist und auf dem Maschinengehäuse (6) quer zu der geraden Koordinatenachse (X) horizontal geführt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenfläche (10) so gewählt ist, daß sich die Werkzeugspindelachse (18) parallel zu der geraden Koordinatenachse (X) erstreckt, in der das Maschinengehäuse (6) auf dem Maschinengehäuse (4) horizontal geführt ist, und daß die horizontalen Führungen des Maschinengehäuses (6) und des Werkstückspindelträgers (14) so angeordnet sind, daß sie sich nicht unter der Werkzeugspindelachse befinden, wobei die Werkstückspindel (23) und die Werkzeugspindel (20) so angeordnet sind, daß beim Verzahnen Werkstück (24) und Werkzeug (21) an einer Stelle in Eingriff kommen, die sich im wesentlichen über dem horizontalführungslosen Bereich der Maschine befindet, und daß in dem horizontalführungslosen Bereich ein Spänesammler (30) angeordnet werden kann.



2
C
9
1
8
9
1
8
9
C
2
DE 196 46 189

DE 196 46 189 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Maschine zum Herstellen von bogenverzahnten Kegelrädern nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Verzahnmaschinen für Kegelräder, bei denen die herkömmliche Wälzwiege oder Wälztrommel durch eine Art Kreuzschlitten ersetzt worden ist, sind üblicherweise nach folgendem Konzept aufgebaut: Eine Werkzeug- oder Messerkopfspindel und deren Antrieb befinden sich auf einem ersten Schlitten, der den vertikalen Anteil der früheren Wälztrommelmeldrehung ausführt. Dieser Schlitten wird seinerseits an einem Maschinengehäuse geführt, das auf einer horizontalen Führung des Maschinenbetts verfährt, um mit dem Messerkopf in das Werkstück einzutauchen. Der horizontale Anteil der früheren Wälztrommelmeldrehung wird in diesem Fall von einem Werkstückspindelträger ausgeführt. Beispiele solcher Maschinen sind im folgenden angegeben.

Ein Problem bei der Gestaltung solcher Verzahnmaschinen ist der Umstand, daß die beim Verzähnen entstehenden Späne auf den horizontalen Führungsbahnen auf dem Maschinenbett oder auf deren Abdeckung liegen bleiben. Beim Naßfräsen müssen sie von einem starken Ölstrom wegtransportiert werden. Bei geringem Ölstrom oder bei einem heutzutage aus ökologischen Gründen angestrebten Verzähnen ohne Öl, dem sogenannten Trockenfräsen, gibt es bei der Zustellbewegung erhebliche Probleme mit den Spänen. Da die Späne beim Trockenfräsen 80% der Wärme aufnehmen, kann es zu einem Wärmeverzug der Führungen und des Maschinengehäuses und so zu Ungenauigkeiten und Behinderungen der Zustellbewegung kommen. Die Späneabfuhr ist sowohl beim Naß- als auch beim Trockenfräsen aufwendig, wenn eine Maschinenbeschädigung vermieden werden soll. Wichtig bei der Gestaltung derartiger Verzahnmaschinen ist auch eine ergonomische Anordnung der Bedienelemente, um ein schnelles und sicheres Aufrüsten der Werkzeugmaschinen zu gewährleisten. Das heißt, daß besonders das Werkzeug und das Werkstück leicht und ohne Bücken in die Maschine zum Wechseln erreichbar sein müssen.

Eine Maschine der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art, die nach obigem Konzept aufgebaut ist, ist in SU 724 287 dargestellt. Bei dieser Maschine ist die Werkzeugspindelachse rechtwinkelig zu der geraden Koordinatenachse des Maschinengehäuses, in der das Maschinengehäuse auf dem Maschinenbett horizontal geführt ist, angeordnet. Außerdem befindet sich die Werkzeugspindel auf einer von dem Bediener abgewandten Seite des Maschinengehäuses. Somit ist ein Wechsel des Werkzeugs mit entsprechendem Aufwand verbunden. Da überdies die Stelle, an der das Werkzeug und das Werkstück beim Verzähnen in Eingriff kommen, sich bei dieser Ausführung über dem Maschinenbett befindet, ist eine Anhäufung von Spänen auf dem Maschinenbett und auf den Führungen nicht zu vermeiden.

In der Druckschrift WO 89/01838 und in DD 255 296 A1 sind CNC-Verzahnmaschinen beschrieben, bei denen die Werkzeugspindel jeweils parallel zu der geraden Koordinatenachse des Maschinengehäuses und rechtwinkelig zu einer Seitenfläche des Maschinengehäuses angeordnet ist, wobei sich die betreffende Seitenfläche ebenfalls rechtwinkelig zu der geraden Koordinatenachse des Maschinengehäuses erstreckt. Zu der erwähnten Spannanhäufung auf den Führungen und auf dem Maschinenbett kommt es somit auch bei diesen bekannten Verzahnmaschinen. Außerdem ist bei diesen bekannten Maschinen ein Bücken in die Maschine zum Wechseln des Werkzeugs und/oder des Werkstücks erforderlich.

Bei Drehmaschinen, wie sie z. B. aus der

DE 24 27 148 A1 oder der DE 39 21 649 C2 bekannt sind, ist ein günstiger Spannablauf in einen entsprechenden Sammelraum gewährleistet. Es handelt sich hierbei aber um Werkzeugmaschinen anderer Art, die nicht nach dem Kreuzschlittenkonzept aufgebaut sind.

Bei Verzahnmaschinen sollten die Bedienelemente ergonomisch angeordnet sein, wie oben bereits erwähnt. Diese Forderung erfüllt z. B. die aus der o. g. DD 255 296 A1 bekannte Verzahnmaschine, bei der das Werkstück bei manueller Beschickung zum Bediener gefahren werden kann. Die auf der weiter oben erwähnten SU 724 287 bekannte Verzahnmaschine erfüllt diese Forderung nicht.

Bei den bekannten Verzahnmaschinen wird aber auch ein wirtschaftliches Betreiben außer durch unergonomische Anordnung der Bedienelemente durch hohe Anfälligkeit für Späneanhäufungen erschwert.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Maschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 in ihrer Gestaltung so zu verbessern, daß sie einen ergonomischen Betrieb und möglichst keine thermisch bedingten Bewegungsabweichungen zuläßt.

Diese Aufgabe wird bei einer Maschine der eingangs genannten Art durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Da bei der erfindungsgemäßen Maschine die Seitenfläche des Maschinengehäuses, an der der erste Schlitten angebracht ist, so gewählt ist, daß sich die Werkzeugspindelachse parallel zu dieser Seitenfläche und zu der geraden Koordinatenachse erstreckt, in der das Maschinengehäuse auf dem Maschinenbett horizontal geführt ist, lassen sich die Bedienelemente der Maschine so anordnen, daß ein ergonomischer Betrieb möglich ist. Damit können beide Schlitten vom Bediener aus gesehen auf derselben Seite der Maschine angeordnet werden, was ein einfaches, sicheres und wirtschaftliches Betreiben der Maschine ermöglicht. Der mechanische Aufbau der Maschine nach der Erfindung ist so, daß das Werkstück bei manueller Beschickung zum Bediener gefahren wird. Zum Wechseln eines Werkstückes ist kein Bücken in die Maschine nötig. Auch dadurch ist die Maschine nach der Erfindung besonders ergonomisch.

Durch die enge Nebeneinanderanordnung des Maschinengehäuses und des Werkstückspindelträgers ist bei der Maschine nach der Erfindung eine optimale Aufteilung der Bewegungen auf Werkzeug- und Werkstückseite mit optimiertem Kraftfluß möglich, wodurch sich eine maximale Prozeßsteifigkeit erzielen läßt. Das ist bedeutsam, weil bei CNC-Maschinen die statische Steifigkeit der Maschine ebenso wie bei rein mechanischen Maschinen so groß wie möglich sein muß. Sie ist bei CNC-Maschinen aber nicht die einzige bestimmende Größe. Durch die Regelkreise, die aus Stellglied (Servomotor und Maschinenteil), Regler (CNC und Achssteller) sowie einem Lagegeber (Meßsystem) bestehen, ergibt sich ein viel komplexeres Regelungstechnisches Verhalten. Dies trifft besonders für Bewegungsabweichungen zu, die bei CNC-Maschinen außer von einer wirk samen Späne- und Wärmeabfuhr von der statischen Steifigkeit und der Güte der Regelkreise abhängen. Bei der Maschine nach der Erfindung ist die statische Steifigkeit optimal gewährleistet, da die Anordnung der Maschinenkomponenten kurze und sehr steife Antriebsstränge ermöglicht.

Die enge Nebeneinanderanordnung von Werkstückspindelträger und Maschinengehäuse ermöglicht darüber hinaus einen sehr kompakten Aufbau der Maschine nach der Erfindung.

Da weiter bei der Maschine nach der Erfindung die Anordnung der horizontalen Führungen des Maschinengehäuses und des Werkstückspindelträgers so getroffen ist, daß diese sich nicht unter der Werkzeugspindelachse befinden, wobei die Werkstückspindel und die Werkzeugspindel so

angeordnet sind, daß beim Verzahnen Werkstück und Werkzeug an einer Stelle in Eingriff kommen, die sich im wesentlichen über einem horizontalführungsfreien Bereich der Maschine befindet, können Späneanhäufungen auf den Horizontalführungen vermieden werden. Ferner ist gewährleistet, daß bei dem Trockenfräsen die Späne nicht mit anderen Teilen der Maschine in Berührung kommen, die durch Wärmeinwirkung gefährdet werden könnten. Außerdem kann dieser Bereich der Maschine für andere als Führungszwecke benutzt werden. So ist ein völlig freier Zugang zumindest zu dem ersten Schlitten der Maschine möglich, was die Wartung des Schlittens und das Wechseln der Werkzeuge vereinfacht.

Der Aufbau der Maschine nach der Erfindung macht es möglich, daß in dem horizontalführungsfreien Bereich, über dem sich die Eingriffsstelle von Werkstück und Werkzeug befindet, ein Spänesammler angeordnet werden kann. So lassen sich die Späne auf einfache Weise auffangen und entfernen. Zweckmäßig kann in diesem Fall das Maschinenbett zumindest an der Stelle, an der der Spänesammler angeordnet wird, ausgespart sein. Da die Späne, wie oben dargelegt, beim Trockenfräsen 80% der Wärme mit sich transportieren, wird durch den erfindungsgemäßen Aufbau der Maschine auch vermieden, daß durch die Späne das Maschinenbett aufgeheizt wird. Es läßt sich somit auch die Forderung erfüllen, den Kontakt der Späne mit dem Maschinenbett oder anderen Teilen der Maschine nach Möglichkeit zu verhindern oder zumindest bei dem Trockenfräsen für eine schnelle Abfuhr der Späne zu sorgen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung bilden die Gegenstände der Unteransprüche.

Wenn in einer Ausgestaltung der Erfindung die Führung des ersten Schlittens gegen die Vertikale geneigt ist, so stellt das eine Schrägbettanordnung dar, bei der der Fuß des Maschinengehäuses in Richtung quer zur Werkzeugspindelachse besonders breit ausgeführt werden kann. Das führt zu einer besonders großen Maschinensteifigkeit. Auch bei der Schrägbettanordnung ergibt sich ein günstiger Spänetransport, indem die Späne erst gar nicht mit dem Maschinenbett oder anderen Funktionsteilen der Maschine in Berührung kommen, sondern gleich von einem Spänesammler aufgenommen werden, in den sie in weiterer Ausgestaltung der Erfindung im wesentlichen durch Schwerkraft gelangen.

Die kompakte Nebeneinanderanordnung von Maschinengehäuse und Werkzeugspindelträger, die durch die erfindungsgemäße Anordnung der Werkzeugspindelachse möglich wird, bringt den weiteren Vorteil mit sich, daß die Maschine gegen Spänefall voll gekapselt werden kann. Es ist nämlich möglich, Abdeckungen vorzusehen, die zu einem Spänesammler hin abfallend ausgebildet sind, und anfallende Späne, die nicht unmittelbar in den Spänesammler fallen, dorthin zu leiten. Weiter läßt sich auch insbesondere zwischen dem Maschinengehäuse und dem Werkzeugspindelträger eine Verkleidung vorsehen, die sowohl den zweiten Schlitten als auch die Schwenkvorrichtung vor Spänefall schützt. Eine so konstruierte Späneführung mit Hilfe von Leitflächen an Abdeckung und Verkleidung macht die Maschine nach der Erfindung zum Hochleistungstrockenfräsen besonders gut geeignet. Diese Vorteile kommen aber auch voll zur Geltung, wenn aus technologischen Gründen naßgefräst werden soll.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung näher beschrieben.

Fig. 1 der Zeichnung zeigt in perspektivischer Darstellung den Grundaufbau einer erfindungsgemäßen CNC-Maschine zum Herstellen von bogenverzahnten Kegelrädern.

In Fig. 1 ist der Grundaufbau einer CNC-Maschine 2 zum

Herstellen von bogenverzahnten Kegelrädern in perspektivischer Darstellung und in Ansicht von der Bedienerseite aus gezeigt. Auf einem Maschinenbett 4 ist ein Maschinengehäuse 6 entlang einer geraden Koordinatenachse X horizontal und linear geführt. Ein erster Schlitten 8 ist auf einer Führung 16, die an einer Seitenfläche 10 des Maschinengehäuses 6 angebracht, in einer geraden Koordinatenachse Z mittels eines Spindeltriebs 17 in der Höhe verfahrbar. Auf dem Maschinenbett 4 ist ein Werkstückspindelträger 14 mit einem zweiten Schlitten 12 entlang einer geraden Koordinatenachse Y, die zur X-Achse rechtwinklig ist, auf einer Führung 13 horizontal und linear geführt. Auf dem Schlitten 12 befindet sich eine Schwenkvorrichtung 22 mit vertikaler Achse C. Die Führung 16 des ersten Schlittens 8 und die Z-Achse sind gegen die Vertikale geneigt. Durch diese Anordnung verjüngt sich das Maschinengehäuse 6 mit zunehmendem Abstand von dem Maschinenbett 4. Es hat unten einen entsprechend breiten Fuß 7.

Der erste Schlitten 8 trägt eine um eine Werkzeugspindelachse 18 drehbar gelagerte Werkzeugspindel 20. Die Werkzeugspindel 20 trägt ein Werkzeug 21, hier beispielshalber einen Messerkopf. Das Werkzeug 21 kann aber auch, je nach gewünschter Art der spanabhebenden Bearbeitung, eine Schleifscheibe, ein Fräser od. dgl. sein.

Durch den zweiten Schlitten 12 und durch die Schwenkvorrichtung 22 ist eine Werkstückspindel 23 auf dem Maschinenbett 4 horizontal geführt und linear verschiebbar bzw. schwenkbar. Die Schwenkvorrichtung 22 trägt die Werkstückspindel 23, die um eine Werkstückspindelachse 25 drehbar ist. Die Werkstückspindel 23 trägt ein Werkstück 24, in vorliegendem Beispiel ein bogenverzahntes Kegelrad. Die Schwenkvorrichtung 22 ist um die C-Achse horizontal geführt schwenkbar, um das Werkstück 24 von der Beladeposition in eine Bearbeitungsposition zu schwenken und gegebenenfalls Bewegungen während des Verzahnens durchzuführen.

Die Werkzeugspindelachse 18 ist zu der Seitenfläche 10 parallel. Von den mehreren Seitenflächen des Maschinengehäuses 6 ist die Seitenfläche 10 für die Anbringung der Führung 16 mit dem ersten Schlitten 8 gewählt worden, damit die Werkzeugspindelachse 18 auch zu der X-Achse parallel ist und sich nicht über einem Bereich der Maschine 2 befindet, der eine der horizontalen Führungen des Werkstückspindelträgers 14 oder des Maschinengehäuses 6 aufweist.

Unterhalb des ersten Schlittens 8 ist das Maschinenbett 4 ausgespart und ein Spänesammler 30 angeordnet, in den Späne, die beim Verzahnen anfallen, im wesentlichen durch Schwerkraft gelangen.

Der obere Bereich des zweiten Schlittens 12, der nicht von der Schwenkvorrichtung 22 eingenommen ist, weist eine Abdeckung 32 auf, die zu dem Spänesammler 30 hin abfallend ausgerichtet ist. Weiter hat die Maschine 2 eine Verkleidung 34, die fest mit dem Maschinenbett 4 verbunden ist und zwischen dem Maschinengehäuse 6 und dem zweiten Schlitten 12 angeordnet ist. Die Verkleidung 34 ist durch einen Faltenbalg 35 mit dem Maschinengehäuse 6 verbunden. Die Verkleidung 34 und der Faltenbalg 35 sind ebenfalls zu dem Spänesammler 30 hin abfallend ausgerichtet. An die Verkleidung 34 schließt sich eine Abschirmung 36 an, die die Schwenkvorrichtung 22 halbkreisförmig umgibt und auf dem zweiten Schlitten 12 befestigt ist.

Zu Beginn des Verzahnprozesses wird das Werkstück 24 um die C-Achse in eine Bearbeitungsposition geschwenkt. Das Werkzeug 21 wird über die horizontale Bewegung des Maschinengehäuses 6 in der X-Achse an das Werkstück 24 gefahren. Im einfachsten Fall wird dann im Zusammenspiel des zweiten Schlittens 12 in Richtung der Y-Achse und des ersten Schlittens 8 in Richtung der Z-Achse eine Wälzbewe-

gung erzeugt. In anderen Fällen sorgt eine nicht näher dargestellte CNC-Steuerung dafür, daß die drei Achsen X, Y und Z sowie die Drehungen um die Werkzeugspindelachse 20, die Werkstückspindelachse 25 und die Schwenkachse C gleichzeitig in bekannter Weise die erforderlichen Bewegungen für den Verzahnprozeß ausführen. Die Werkstückspindel 23 und die Werkzeugspindel 18 sind dabei so angeordnet, daß sich beim Verzähnen das Werkstück 24 und das Werkzeug 21 im wesentlichen über dem Bereich der Maschine 2 befinden, wo keine horizontale Führung ist.

10

5

Patentansprüche

1. Maschine zum Herstellen von bogenverzahnten Kegelrädern, insbesondere CNC-Maschine, mit einem ersten Schlitten (8), der eine Werkzeugspindel (20) trägt und der in der Höhe verfahrbar ist und dessen Führung (16) an einer Seitenfläche (10) eines in einer geraden Koordinatenachse (X) auf einem Maschinenbett (4) horizontal geführten Maschinengehäuses (6) angebracht ist, wobei die Werkzeugspindelachse (18) zu der Seitenfläche (10) parallel ist, und mit einem Werkstückspindelträger (14), der einen zweiten Schlitten (12) und eine Schwenkvorrichtung (22) mit vertikaler Achse (C) aufweist und auf dem Maschinenbett (4) quer zu der geraden Koordinatenachse (X) horizontal geführt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenfläche (10) so gewählt ist, daß sich die Werkzeugspindelachse (18) parallel zu der geraden Koordinatenachse (X) erstreckt, in der das Maschinengehäuse (6) auf dem Maschinenbett (4) horizontal geführt ist, und daß die horizontalen Führungen des Maschinengehäuses (6) und des Werkstückspindelträgers (14) so angeordnet sind, daß sie sich nicht unter der Werkzeugspindelachse befinden, wobei die Werkstückspindel (23) und die Werkzeugspindel (20) so angeordnet sind, daß beim Verzähnen Werkstück (24) und Werkzeug (21) an einer Stelle in Eingriff kommen, die sich im wesentlichen über dem horizontalführungsreien Bereich der Maschine befindet, und daß in dem horizontalführungsreien Bereich ein Spänesammler (30) angeordnet werden kann.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unter der Werkzeugspindel (20) ein Spänesammler (30) angeordnet ist, in den die Späne im wesentlichen durch Schwerkraft gelangen.
3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Führung (16) des ersten Schlittens (8) gegen die Vertikale geneigt ist.

50

35

20

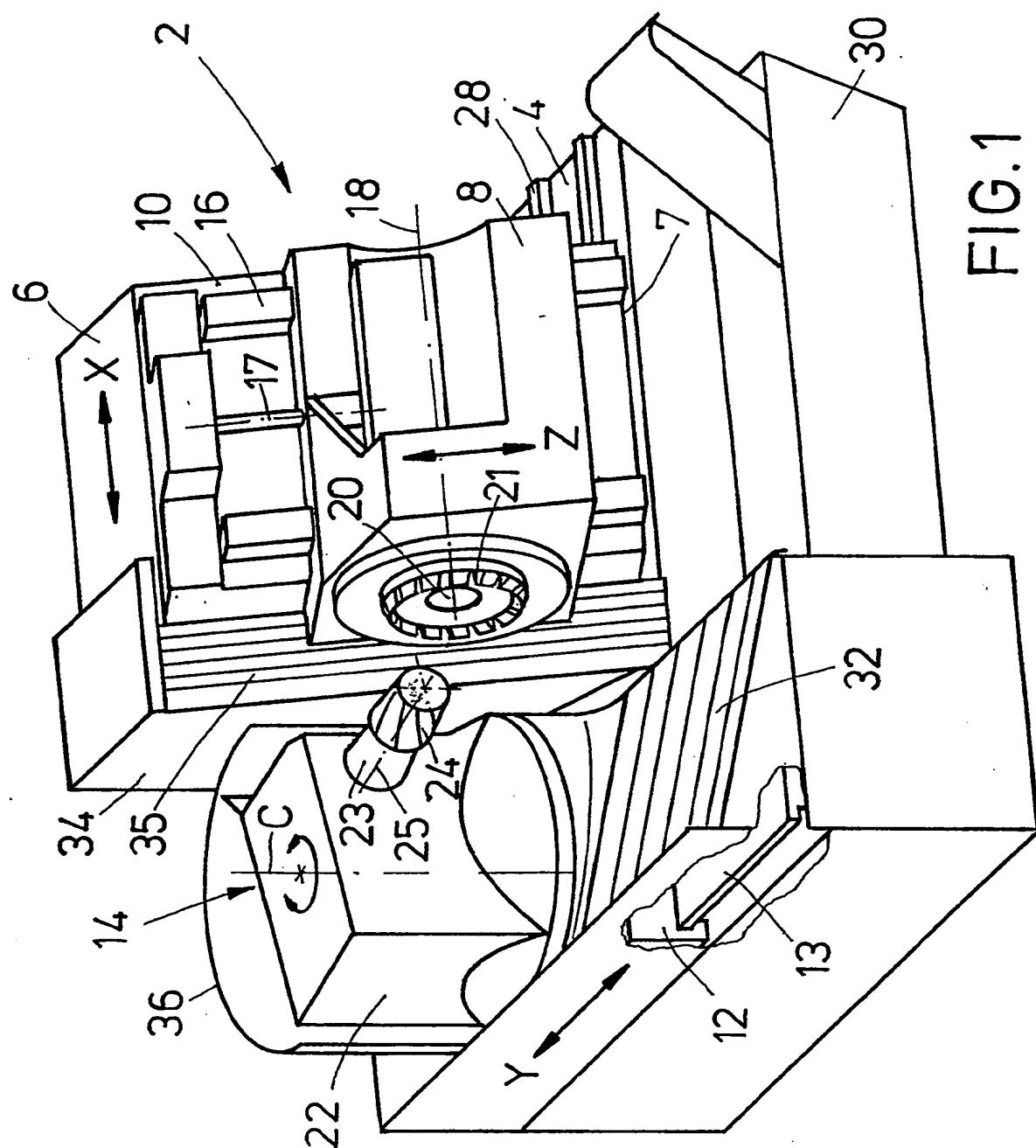
15

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Machin for producing spiral-toothed bevel gears

Patent Number: US5961260

Publication date: 1999-10-05

Inventor(s): KRAUSE DIETER (DE); OZDYK KLAUS (DE); WIENER DIETER (DE); KAESLER NORBERT (DE); LAMSFUSS HARALD (DE)

Applicant(s): KLINGELNBERG SOEHNE GMBH (DE)

Requested Patent: DE19646189

Application Number: US19970966172 19971107

Priority Number(s): US19970966172 19971107; DE19961046189 19961108

IPC Classification: B23F5/20

EC Classification: B23F9/10, B23F23/12E20

Equivalents:

Abstract

A CNC machine for producing spiral-toothed bevel gears is described, which has a first carriage supporting a tool spindle and is displaceable in height, and whose guide is disposed on a lateral surface of a machine housing, which is horizontally guided in a straight coordinate axis on a machine base. The tool spindle axis is parallel with the lateral surface and with the coordinate axis. Furthermore, the machine has a workpiece spindle support having a second carriage and a pivoting device with a vertical axis and is also horizontally guided on the machine base. The parallel arrangement of the tool spindle axis results in a new machine concept with a compact structure and optimal chip flow. Therefore the machine is particularly suited for heavy-duty dry milling. Since the tool spindle is not located above the area of the machine having a horizontal guide, it is possible to arrange a chip collector underneath the tool spindle, which can be reached by the chips essentially under the force of gravity.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS MARK (USPTO)